

PENERAPAN BIOETIKA KULTUR JARINGAN KENTANG GRANOLA L. TERHADAP PENGGUNAAN ZPT SINTETIS DI LABORATORIUM INSTANSI PERTANIAN SWASTA MEDAN

Galih Hikmal Romadhon¹, Maura Maharani¹, Putri Andini¹, Nurbaity Situmorang¹, Ahmad Shafwan Pulungan¹.

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan

Email: Galihhikmalromadhon@mhs.unimed.ac.id

Abstract

Tissue culture is a technique in which sterile plants, tissues, or plant organs propagate plants involved in the production of new individuals. The success of potato tissue culture is influenced by various factors, including the culture medium, growth regulators (ZPTs), organic matter, and environmental conditions. However, using tissue culture raises various ethical considerations with synthetic ZPTs. This study aims to analyze the respondents' level of understanding of the application of bioethical aspects in the use of synthetic growth regulators in Granola potato tissue culture. L and determine their perceptions of the impact of the use of synthetic ZPT on the environment and the sustainability of production. This research was conducted for 22 days, starting on February 27, 2025 until March 21, 2025. The location of this research was in the Tissue Culture Laboratory at one of the private agricultural institutions in Medan city. This type of research is using descriptive method. The results of this study indicate that however some respondents realize the importance of bioethical principles, such as work safety, the laboratory towards bioethics still varies. The results of this study indicate that while some respondents are aware of the importance of bioethical principles, such as work safety, environmental sustainability, and regulation of the use of chemicals, the implementation still has some obstacles, especially in the aspects of socialization, training, and supervision. In addition, respondents' perceptions of the impact of synthetic ZPT use on the environment and production sustainability are still not fully aligned with the practices applied in the laboratory.

Keywords: ZPT, Granola. L, Tissue Culture.

Abstrak

Kultur jaringan adalah teknik yang digunakan untuk memperbanyak tanaman melalui jaringan atau organ tanaman steril. Keberhasilan kultur jaringan kentang dipengaruhi oleh faktor seperti media kultur, zat pengatur tumbuh (ZPT), bahan organik, dan kondisi lingkungan. Penggunaan ZPT sintetis menimbulkan pertimbangan etis terkait dampaknya terhadap lingkungan dan keberlanjutan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemahaman responden terhadap penerapan aspek bioetika dalam penggunaan ZPT sintetis pada kultur jaringan kentang Granola L serta menilai persepsi mereka mengenai dampak lingkungan dan keberlanjutan produksi. Penelitian ini berlangsung selama 22 hari, dari 27 Februari hingga 21 Maret 2025, di Laboratorium Kultur Jaringan pada salah satu instansi pertanian swasta di Medan dengan metode deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian responden menyadari pentingnya prinsip bioetika, seperti keselamatan kerja, keberlanjutan lingkungan, dan regulasi bahan kimia. Namun, penerapannya masih menghadapi kendala pada aspek sosialisasi, pelatihan, dan pengawasan. Selain itu, persepsi responden terhadap dampak ZPT sintetis terhadap lingkungan dan keberlanjutan produksi belum sepenuhnya sejalan dengan praktik yang diterapkan di laboratorium.

Kata kunci: ZPT, Granola. L, Kultur Jaringan.

1. PENDAHULUAN

Kultur jaringan adalah teknik di mana tanaman steril, jaringan, atau organ

tanaman menyebarkan tanaman yang terlibat dalam produksi individu baru. Metode ini sering digunakan karena

beberapa keunggulannya (Putri *et al.*, 2021). Salah satu tanaman yang paling umum dengan teknik ini adalah kentang (*Tuberosum L. solanum L.*), terutama varietas granola yang lebih baik daripada hasil, umbi dan daya tahan berbagai jenis virus (Hamdani *et al.*, 2023).

Kentang adalah tanaman hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi dan ditemukan di banyak negara, termasuk Indonesia, sumber utama makanan. Tanaman ini mengandung kalori, vitamin, mineral dan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (Nugroho *et al.*, 2024). Namun, kentang Indonesia masih relatif rendah dalam produktivitas, salah satunya disebabkan oleh keterbatasan benih yang sangat baik. Banyak petani masih menggunakan biji generasi sebelumnya yang dapat mengurangi kualitas panen dan meningkatkan risiko serangan patogen seperti bakteri, virus, dan jamur (Wardana *et al.*, 2024). Dengan demikian, teknik kultur jaringan adalah alternatif potensial untuk produksi biji kentang berkualitas tinggi.

Keberhasilan kultur jaringan kentang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk media budaya, regulator pertumbuhan (ZPT), bahan organik, dan kondisi lingkungan (Numba *et al.*, 2024). Media budaya memainkan peran penting dalam mendukung eksplan karena mengandung nutrisi penting untuk pengembangan tanaman. Selain itu, penggunaan ZPT seperti auksin dan sitocanin berkontribusi besar pada proses regenerasi sistem. Auksin bertindak untuk merangsang pembentukan akar, sedangkan sitocanin berperan dalam pertumbuhan bidikan, pembelahan sel, dan metabolisme sel (Dalimunthe *et al.*, 2021). Zpt sendiri adalah koneksi organik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan pola perkembangan tanaman dalam jumlah kecil (Tomatola *et al.*, 2023). Dalam kultur jaringan, ZPT berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman, termasuk akar, mengemudi, dan pembentukan perkecambah (Yusdian *et al.*, 2024).

Namun, menggunakan kultur jaringan meningkatkan berbagai pertimbangan etis dengan ZPT sintetis. Penggunaan bahan kimia dalam difusi tanaman harus menarik perhatian pada prinsip-prinsip bioetika agar tetap bertanggung jawab dan berkelanjutan. Bioetika berfungsi sebagai panduan bagi para peneliti dalam membuat keputusan dalam kaitannya dengan penelitian biologis, termasuk produksi spesies hortikultura (Izzaty *et al.*, 2024). Ada beberapa prinsip

bioetika yang membutuhkan perhatian: otonomi, kebaikan, keadilan daripada bahaya. Prinsip otonomi menekankan pentingnya tanggung jawab individu untuk pengambilan keputusan terkait lingkungan dan teknologi. Prinsip kualitas mensyaratkan bahwa komunitas dan lingkungan digunakan untuk mendapatkan manfaat. Prinsip-prinsip tidak membahayakan bahwa semua praktik terapan tidak perlu mempengaruhi lingkungan atau organisme lainnya. Sementara itu, prinsip-prinsip yudisial memastikan bahwa semua pihak menerima manfaat yang adil dari teknologi yang digunakan (Nainggolang *et al.*, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pemahaman responden terhadap penerapan aspek bioetika dalam penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) sintetis pada kultur jaringan kentang Granola serta mengetahui persepsi mereka mengenai dampak penggunaan ZPT sintetis terhadap lingkungan dan keberlanjutan produksi. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi sejauh mana prinsip-prinsip bioetika telah diterapkan dalam laboratorium kultur jaringan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kesadaran dan kepedulian responden terhadap aspek bioetika dalam penggunaan ZPT sintetis. Dengan memahami aspek bioetika dalam bioteknologi pertanian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai keselarasan antara inovasi teknologi dan tanggung jawab etis dalam praktik kultur jaringan tanaman.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kultur Jaringan Tanaman Kentang

Kultur jaringan adalah metode perbanyakan tanaman secara aseptis dengan menggunakan sel, jaringan, atau organ tumbuhan untuk menghasilkan individu baru. Teknik ini memungkinkan perbanyakan tanaman dalam jumlah besar dengan waktu singkat, menghasilkan bibit yang seragam, bebas hama, penyakit, dan virus, serta mempertahankan sifat induknya (Putri *et al.*, 2021; Hamdani *et al.*, 2020).

Selain perbanyakan tanaman, kultur jaringan juga dimanfaatkan untuk produksi metabolit sekunder, pelestarian plasma nutfah, dan perbaikan sifat tanaman (Putri *et al.*, 2021). Metode ini menjadi alternatif dalam perbanyakan vegetatif, terutama bagi tanaman yang diperbanyak secara vegetatif, karena efisien dalam skala besar dan menghasilkan tanaman berkualitas tinggi (Yusdian *et al.*, 2024).

Keberhasilan kultur jaringan dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang harus diberikan dalam jumlah seimbang. Ketidakseimbangan dalam pemberian unsur hara dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman (Yusdian et al., 2024).

2.2 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Sintetis dalam Kultur Jaringan

Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah suplemen yang ditambahkan ke medium kultur jaringan untuk mengontrol pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dua jenis utama ZPT yang digunakan dalam kultur in vitro adalah auksin dan sitokinin. Sitokinin seperti BAP dan kinetin berperan dalam pembentukan tunas, dengan BAP menjadi pilihan utama karena lebih stabil dan tahan oksidasi (Yusdian et al., 2024).

Auksin berfungsi dalam pembentukan kalus, inisiasi akar, dan embriogenesis, sedangkan sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan pembentukan tunas (Wardana et al., 2024). Penelitian menunjukkan bahwa BAP berpengaruh terhadap jumlah tunas, daun, akar, dan tinggi planlet, dengan konsentrasi 0,5 ppm efektif dalam multiplikasi tunas kentang (Arafah et al., 2021; Slameto & Restanto, 2014). BAP juga mempengaruhi metabolisme sel dan berbagai proses fisiologis tergantung pada konsentrasinya (Yusdian et al., 2024).

2.3 Prinsip Bioetika

Bioetika adalah kajian kritis terhadap aspek moral dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kesehatan dan ilmu biologi (Shannon, 1995). Bioetika juga berperan dalam menjaga keamanan riset bioteknologi (Jenie, 1997; Sugianto, 2017).

Dalam kultur jaringan, prinsip bioetika diterapkan pada pemilihan bahan yang legal, aman, dan ramah lingkungan. Penerapannya mencakup keselamatan kerja dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) serta konservasi sumber daya melalui penggunaan bahan organik dan pengelolaan limbah yang minimal (Haniyyah et al., 2024).

2.4 Studi Terkait Bioetika & ZPT dalam Kultur Jaringan

Bioetika memiliki peran penting dalam kultur jaringan untuk memastikan penelitian dan produksi tanaman dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan. Studi oleh Haniyyah et al. (2024) mengkaji penerapan prinsip bioetika dalam pembuatan media kultur jaringan di

laboratorium pertanian Kota Medan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prinsip keselamatan kerja, konservasi sumber daya, jaminan kualitas, dan keterbukaan informasi telah diterapkan dengan baik, menekankan pentingnya keberlanjutan dan etika ilmiah dalam kultur jaringan.

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) sintetis berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman secara in vitro. Penelitian Dahniar et al. (2023) menemukan bahwa penggunaan BAP 3 mg.L⁻¹ tanpa NAA menghasilkan tunas terbanyak pada kultur jaringan nanas, menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi ZPT berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan perbanyakan tanaman (Lestari, 2011).

Selain itu, penelitian Putri & Miftakhurrohmat (2022) mengkaji pengaruh berbagai jenis dan konsentrasi ZPT terhadap fase vegetatif kedelai. Giberelin 7 ppm meningkatkan kecepatan perkecambahan, sementara auksin berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada usia tertentu. Studi ini menegaskan bahwa pemilihan ZPT yang tepat dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Dewi & Miftakhurrohmat, 2022).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis dari penelitian ini ialah menggunakan metode deskriptif dengan melakukan pendekatan survei yang tujuannya untuk menganalisis suatu persepsi dan pemahaman responden yang mengisi angket tentang aspek bioetika di dalam kultur jaringan mengenai kentang Granola L terhadap penggunaan suatu ZPT sintetis. Penelitian ini dilaksanakan selama 22 hari yaitu dimulai pada tanggal 27 Februari 2025 hingga 21 Maret 2025. Lokasi penelitian ini berada di Laboratorium Kultur Jaringan di salah satu instansi pertanian swasta di kota Medan. Populasi di dalam penelitian ini ialah peneliti, praktisi, dan mahasiswa yang memiliki pengalaman mengenai kultur jaringan tanaman. Di dalam penelitian ini data dikumpulkan melalui angket dan wawancara pendukung. Angket disebarakan melalui daring (*Google Form*) untuk memperoleh informasi mengenai identitas, pemahaman kultur jaringan dan juga ZPT sintetis serta suatu persepsi mengenai bioetika. Teknik analisis data yang dipakai dalam penelitian ini ialah menggunakan statistik deskriptif (rata-rata, median, modus dan distribusi frekuensi) yang bertujuan untuk melihat suatu pola persepsi responden. Uji reliabilitas dan juga

validitas dilakukan bertujuan untuk mencapai instrumen penelitian yang akurat. Lalu data wawancara dapat dianalisis secara tematik untuk indentifikasi pola pemikiran para responden terkait dengan penerapan bioetika di dalam kultur jaringan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Tabel 1. Persepsi Responden terhadap Bioetika di Lab Kultur Jaringan

NO	PERNYAAN	RESPONDEN			
		Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Setuju	Setuju Banget
1.	Laboratorium ini telah menerapkan prinsip bioetika dalam penggunaan ZPT sintetis	-	-	7 Responden	7 Responden
2.	Penggunaan ZPT sintetis di laboratorium ini memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan	-	1 Responden	8 Responden	5 Responden
3.	Laboratorium ini memiliki kebijakan yang jelas dalam penggunaan ZPT sintetis agar sesuai dengan prinsip bioetika	-	2 Responden	6 Responden	6 Responden
4.	ZPT sintetis yang digunakan di laboratorium ini terbukti lebih efektif dalam kultur jaringan kentang dibandingkan ZPT alami	-	1 Responden	4 Responden	9 Responden
5.	Laboratorium ini memiliki	-	-	9 Responden	5 Responden
6.	prosedur yang ketat dalam menangani dan membuang sisa ZPT sintetis untuk mencegah dampak negatif	-	-	6 Responden	8 Responden
7.	Penggunaan ZPT sintetis di laboratorium ini sudah memenuhi standar keamanan bagi pengguna dan lingkungan sekitar	-	-	8 Responden	6 Responden
8.	Laboratorium ini mengikuti semua regulasi yang berlaku dalam penggunaan ZPT sintetis untuk kultur jaringan	-	-	3 Responden	5 Responden
9.	Terdapat sosialisasi atau pelatihan bagi staf dan peserta magang mengenai aspek bioetik dalam penggunaan ZPT sintetis	-	2 Responden	5 Responden	7 Responden
10.	Laboratorium ini memastikan penggunaan ZPT sintetis dilakukan sesuai dengan dosis dan prosedur yang telah ditetapkan	-	2 Responden	6 Responden	6 Responden
	Pengawasan terhadap penggunaan ZPT sintetis di laboratorium ini dilakukan secara	-	2 Responden	6 Responden	6 Responden

	rutin untuk memastikan kepatuhan terhadap standar yang berlaku				
--	--	--	--	--	--

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil responden yang telah diperoleh, kita dapat melihat Tingkat pemahaman dan pelatihan yang diterima oleh responden terkait tanggapan responden mengenai penerapan prinsip bioetika kultur jaringan kentang Granola L. dalam penggunaan ZPT sintetis pada laboratorium kultur jaringan.

1. Penerapan Prinsip Bioetika dalam Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 7 responden menyatakan "Setuju" dan 7 responden lainnya menyatakan "Setuju Banget". Ini menunjukkan bahwa laboratorium telah berhasil menerapkan prinsip bioetika dengan baik. Hal ini kemungkinan didukung oleh adanya kebijakan internal yang mengatur penggunaan ZPT sintetis secara etis, baik dari segi dosis, keamanan, hingga dampak lingkungan.

2. Perhatian terhadap Dampak Lingkungan dalam Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 1 responden menyatakan "Tidak Setuju", 8 responden menyatakan "Setuju", dan 5 responden menyatakan "Setuju Banget". Meski sebagian besar menilai bahwa laboratorium memperhatikan dampak lingkungan, adanya satu responden yang tidak setuju dapat menandakan bahwa belum semua praktik terkait limbah atau dampak jangka panjang dari ZPT sintetis benar-benar transparan atau diawasi dengan ketat.

3. Kebijakan Penggunaan ZPT Sintetis yang Sesuai dengan Prinsip Bioetika

Sebanyak 2 responden menyatakan "Tidak Setuju", 6 responden menyatakan "Setuju", dan 6 responden menyatakan "Setuju Banget". Ini mengindikasikan bahwa meskipun kebijakan bioetika sudah diterapkan, kemungkinan masih ada kendala dalam penyebaran informasi atau pemahaman staf terhadap kebijakan tersebut. Hal ini menyoroti pentingnya sosialisasi kebijakan secara lebih efektif.

4. Efektivitas ZPT Sintetis Dibandingkan ZPT Alami

Sebanyak 1 responden menyatakan "Tidak Setuju", 4 responden menyatakan "Setuju", dan 9 responden menyatakan "Setuju Banget". Mayoritas mendukung penggunaan ZPT sintetis karena terbukti lebih efektif. Namun, satu responden yang tidak setuju bisa jadi memiliki pengalaman negatif atau kekhawatiran terhadap efek samping penggunaan ZPT sintetis.

5. Prosedur Penanganan dan Pembuangan Sisa ZPT Sintetis

Sebanyak 9 responden menyatakan "Setuju" dan 5 responden menyatakan "Setuju Banget". Ini menunjukkan bahwa laboratorium telah menerapkan prosedur yang cukup baik dalam menangani limbah ZPT sintetis. Prosedur ini sangat penting untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan.

6. Standar Keamanan dalam Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 6 responden menyatakan "Setuju" dan 8 responden menyatakan "Setuju Banget". Mayoritas responden menilai bahwa prosedur keamanan yang diterapkan sudah memadai, mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD) hingga pengendalian potensi risiko kesehatan bagi pengguna.

7. Kepatuhan terhadap Regulasi dalam Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 8 responden menyatakan "Setuju" dan 6 responden menyatakan "Setuju Banget". Hasil ini mencerminkan bahwa laboratorium telah berupaya mematuhi regulasi yang berlaku. Namun, agar kepatuhan ini terus konsisten, evaluasi berkala terhadap prosedur yang diterapkan tetap diperlukan.

8. Sosialisasi atau Pelatihan tentang Aspek Bioetika dalam Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 3 responden menyatakan "Tidak Setuju", 5 responden menyatakan "Setuju", dan 6 responden menyatakan "Setuju Banget". Persentase yang cukup tinggi pada kategori "Tidak Setuju" menandakan bahwa pelatihan tentang bioetika masih minim atau kurang efektif. Perlu dilakukan pelatihan yang lebih rutin dan mendalam untuk meningkatkan pemahaman staf.

9. Kesesuaian Dosis dan Prosedur dalam Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 2 responden menyatakan "Tidak Setuju", 5 responden menyatakan "Setuju", dan 7 responden menyatakan "Setuju Banget". Responden yang tidak setuju dapat mencerminkan adanya kendala dalam penerapan dosis yang sesuai standar. Hal ini menuntut pengetahuan prosedur pengukuran dan pengawasan.

10. Pengawasan Rutin terhadap Penggunaan ZPT Sintetis

Sebanyak 2 responden menyatakan "Tidak Setuju", 6 responden menyatakan "Setuju", dan 6 responden menyatakan "Setuju Banget". Adanya dua responden yang tidak setuju mengindikasikan bahwa pengawasan mungkin belum dilakukan secara konsisten atau menyeluruh. Evaluasi rutin sangat disarankan untuk memastikan semua proses berjalan sesuai standar.

1. Implementasi prinsip bioetika dalam kultur jaringan tanaman, termasuk untuk kentang Granola, sangat krusial untuk memastikan praktik di laboratorium berjalan secara efektif, etis, dan aman. Setiap langkah dalam proses kultur jaringan harus menerapkan prinsip-prinsip bioetika seperti kesehatan, keberlanjutan, dan keselamatan. Contohnya, saat membuat media kultur, penting untuk memilih bahan yang legal, aman, dan bersahabat dengan lingkungan. Selain itu, sangat penting untuk melakukan sterilisasi alat dan media dengan hati-hati agar tidak terjadi kontaminasi mikroba yang bisa mengganggu pertumbuhan tanaman. Penerapan prinsip bioetika yang tepat tidak hanya meningkatkan peluang keberhasilan kultur jaringan, tapi juga menjaga akuntabilitas dan keberlanjutan laboratorium (Haniyyah *et al.*, 2024).

Selain itu, penting juga untuk memikirkan tentang prinsip keadilan. Teknologi kultur jaringan memiliki kemungkinan untuk memperbaiki hasil pertanian dan ketahanan tanaman, tetapi penerapannya harus dilakukan secara adil kepada semua lapisan masyarakat, termasuk petani kecil. Tidak seharusnya hanya beberapa orang yang mendapatkan manfaat dari teknologi ini. Oleh karena itu, semua hasil penelitian dan teknologi yang dikembangkan harus tersedia untuk semua orang, dengan memperhatikan distribusi manfaat yang merata (Keller dan Stewart, 2021).

Dengan memperhatikan prinsip-prinsip bioetika tersebut, diharapkan bahwa penggunaan ZPT sintetis dalam kultur jaringan kentang Granola akan dapat menghasilkan tanaman yang lebih produktif

dan memiliki ketahanan terhadap penyakit, sambil tetap menjaga keseimbangan ekosistem dan tidak mengancam kesehatan manusia. Aspek keberlanjutan lingkungan serta keuntungan ekonomi yang adil bagi para petani menjadi hal yang sangat penting dalam penerapan teknologi ini (Bera *et al.*, 2020).

2. Penggunaan zat pengatur tumbuh sintetis dalam kultur jaringan kentang Granola sangat penting untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam kultur jaringan kentang, beberapa ZPT sintetis yang sering dipakai adalah auksin, sitokinin, dan giberelin. Auksin memiliki peran dalam merangsang akar, sedangkan sitokinin bertugas dalam pembelahan sel dan pembentukan tunas. Giberelin berfungsi untuk meningkatkan pemanjangan sel serta mempercepat pertumbuhan tanaman. Dengan dosis yang tepat, ketiga jenis ZPT ini dapat secara efisien meningkatkan perbanyakan tanaman kentang Granola dan mencapai hasil yang diinginkan (Sari *et al.*, 2021).

Pemanfaatan ZPT sintetis ini juga berkontribusi pada peningkatan kualitas tanaman. Misalnya, dengan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit dan mempercepat proses pembentukan bibit yang seragam. Hal ini sangat berguna untuk produksi pertanian dalam skala besar (Pratama *et al.*, 2020).

Namun, penggunaan ZPT sintetis dalam kultur jaringan kentang Granola perlu dilakukan dengan sangat hati-hati, karena jika tidak mengikuti prosedur, hal ini dapat menimbulkan risiko yang merugikan. Salah satu risiko yang dapat terjadi adalah keracunan pada tanaman akibat konsentrasi ZPT yang terlalu tinggi. Jika ZPT digunakan secara berlebihan, hal ini bisa mengganggu keseimbangan hormon tanaman, memperlambat pertumbuhan akar, atau menyebabkan deformasi pada tunas serta akar (Raharjo dan Rahayu, 2022).

Selain itu, penggunaan ZPT sintetis tanpa kontrol dapat menimbulkan efek buruk pada lingkungan, seperti penumpukan bahan kimia di tanah yang dapat merusak ekosistem mikroba di dalamnya. Oleh sebab itu, mengikuti prosedur yang benar saat menggunakan ZPT sintetis, termasuk dosis dan frekuensi aplikasi, sangat penting untuk mengurangi potensi risiko tersebut dan memastikan keberhasilan dalam kultur jaringan (Sari *et al.*, 2021).

3. Pengelolaan limbah yang mengandung zat pengatur tumbuh sintetis sangat penting

untuk keselamatan dan kesehatan lingkungan. Limbah dari media kultur jaringan yang kaya nutrisi dan mengandung ZPT perlu dikelola dengan benar agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu cara baru untuk mengolah limbah media kultur adalah dengan mengubah limbah itu menjadi pupuk organik cair, yang dapat membantu meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan. Proses ini mencakup penambahan air dan fermentasi untuk mengubah limbah menjadi produk yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Adiningsih dan Wulandari, 2020).

Pengelolaan limbah Zat Pengatur Tumbuh sintesis dalam kultur jaringan sangat penting untuk menjaga lingkungan dan mengikuti bioetika. ZPT sintesis, termasuk auksin, sitokinin, dan giberelin, efektif dalam membantu pertumbuhan tanaman, tetapi dapat menimbulkan efek negatif jika tidak dikelola dengan benar. Limbah yang mengandung zat-zat ini berpotensi mencemari tanah dan air, serta mengganggu keseimbangan mikroba di dalam tanah yang esensial untuk kesuburan. Oleh karena itu, pembuangan limbah harus mematuhi standar yang ada agar bahan kimia tersebut tidak merusak lingkungan. Limbah ZPT sintesis harus dibuang dengan aman, seperti menggunakan metode daur ulang atau pengolahan limbah yang meminimalkan dampak bahan kimia terhadap ekosistem (Susanto dan Wiryawan, 2021).

Penggunaan teknologi yang tepat seperti proses pembersihan dan dekomposisi bahan organik dalam limbah dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi potensi dampak pada lingkungan (Yunita dan Prasteya, 2020).

Dalam konteks bioetika, prinsip-prinsip "tidak membahayakan" sangat terkait dengan berurusan dengan limbah ZPT sintesis. Mengabaikan proses pembuangan limbah yang tepat dapat merusak ekosistem dan kesehatan manusia dalam jangka panjang. Teknologi yang digunakan dapat memberikan manfaat tanpa mengorbankan generasi mendatang (Santosa *et al.*, 2022).

4. Mensterilkan kultur jaringan sangat penting untuk menghindari kontaminasi dari mikroorganisme yang dapat menghambat pertumbuhan eksplan. Memanfaatkan prosedur sterilisasi yang benar, yang meliputi penggunaan bahan sterilisasi dan metode yang sesuai, dapat meningkatkan tingkat keberhasilan kultur *in vitro*. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknik sterilisasi yang tepat untuk eksplan

tunas kentang Granola Kembang dapat mengurangi tingkat kontaminasi dan meningkatkan pertumbuhan eksplan (Hamdani *et al.*, 2020).

Sterilisasi merupakan bagian penting dalam kultur jaringan yang melibatkan spesies kentang Granola membantu memastikan bahwa tidak ada kontaminasi dan laboratorium tetap rapi. Proses sterilisasi melibatkan alat, media, dan area tempat kerja, dan setiap aspek sangat penting untuk menciptakan kondisi yang bersih. Dengan menggunakan metode sterilisasi yang tepat untuk alat, media, area kerja, dan bahan tanaman, kemungkinan terjadinya kontaminasi dapat dikurangi, sehingga memungkinkan keberhasilan kultur jaringan kentang Granola (Wulandari *et al.*, 2022).

5. Pelatihan dan sosialisasi untuk staf laboratorium tentang prinsip-prinsip bioetika sangat penting untuk menjamin bahwa semua proses dilakukan sesuai dengan norma-norma etika dan keamanan. Pendidikan ini mencakup penggunaan ZPT sintesis, metode sterilisasi, pengelolaan limbah, dan topik bioetika lainnya dalam kultur jaringan. Pelatihan yang tepat memungkinkan staf laboratorium untuk meningkatkan keterampilan mereka dan menyadari pentingnya penerapan bioetika dalam semua kegiatan laboratorium (Haniyyah *et al.*, 2024).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dengan penelitian yang sudah dilakukan mengenai penerapan aspek bioetika dalam penggunaan ZPT sintesis pada kultur jaringan kentang Granola di laboratorium instansi pertanian swasta Kota Medan, disimpulkan bahwa tingkat pemahaman dan juga kesadaran tenaga laboratorium terhadap bioetika masih bervariasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa namun beberapa responden menyadari pentingnya prinsip bioetika, seperti keselamatan kerja, keberlanjutan lingkungan, dan regulasi penggunaan bahan kimia, penerapannya masih ada beberapa kendala, terutama dalam aspek sosialisasi, pelatihan, dan pengawasan. Selain itu, persepsi responden kepada dampak penggunaan ZPT sintesis terhadap lingkungan dan keberlanjutan produksi masih belum sepenuhnya seladan dengan praktik yang diterapkan di laboratorium. Faktor-faktor lainnya seperti kebijakan internal, keterbatasan informasi, serta regulasi yang belum seluruhnya

diterapkan secara optimal ikut memengaruhi tingkat kepatuhan terhadap prinsip bioetika. Dikarenakan itu, diperlukan peningkatan dalam aspek edukasi, regulasi, dan sistem pengawasan yang lebih ketat agar penerapan bioetika dalam kultur jaringan dapat lebih optimal dan memastikan penggunaan ZPT sintesis yang lebih etis, aman, dan bertanggung jawab di laboratorium kultur jaringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan artikel ini. Berkat dukungan mereka, artikel ini diharapkan dapat membantu pembaca dalam memahami Penerapan Aspek Bioetika Kultur Jaringan Tanaman Kentang Granola L. terhadap Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh Sintesis di Laboratorium Kultur Jaringan Di Salah Satu Instansi Pertanian Swasta Kota Medan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiningsih, S., & Wulandari, S. (2020). Inovasi Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Medium Kultur Jaringan sebagai Pupuk Organik Cair. *Kandaga*, 1(2), 85-92.
- [2] Bera, B., Roy, P., & Das, S. (2020). Advances in Potato Tissue Culture and its Applications in Crop Improvement. *Plant Biotechnology Reports*, 14(1), 15-25.
- [3] Dalimunthe, N. S. A., Hasibuan, S., & Aziz, R. (2021). Penggunaan air kelapa dan indol-3-butyric-acid (IBA) untuk induksi multiplikasi tunas eksplan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 3(1), 76-85.
- [4] Dewi, A. A., & Miftakhurrohmat, I. A. (2022). Pengaruh Jenis Zpt Alami Dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agriculture*, 17(1), 17-27.
- [5] Hamdani, S., Nugraha, D., Berliani, T., & Baroroh, U. (2020). Teknik sterilisasi eksplan tunas kentang Granola Kembang (*Solanum tuberosum* L.) untuk kultur in vitro. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(2), 60-69.
- [6] Hamdani, S., Nugraha, D., BERLIANI, T., & Baroroh, U. (2020). Teknik Sterilisasi Eksplan Tunas Kentang Granola Kembang (*Solanum Tuberosum* L.) Untuk Kultur In Vitro. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(2), 60-69.
- [7] Haniyyah, U., Ivanka, D., & Siagian, L. M. (2024). PENERAPAN PRINSIP-PRINSIP BIOETIK DALAM PEMBUATAN MEDIA KULTUR JARINGAN DI LABORATORIUM KULTUR JARINGAN DI SALAH SATU INSTANSI PERTANIAN KOTA MEDAN. *Jurnal Biogenerasi*, 9(2), 1134-1140.
- [8] Izzaty, F. S., Ivanka, D., Siagian, L. M., & Haniyyah, U. (2024). Penerapan prinsip-prinsip bioetik dalam pembuatan media kultur jaringan di laboratorium kultur jaringan di salah satu instansi pertanian Kota Medan. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 1134-1140.
- [9] Keller, D. & Stewart, C. (2021). The Ethical Implications of Plant Biotechnology in Agricultural Practices. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 34(2), 127-146.
- [10] Lestari, E. G. (2011). Peranan zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. *Jurnal AgroBiogen*, 7(1), 63-68.
- [11] Nainggolan, T. B., Ambarita, T. C. R., Nababan, G. M., Pulungan, A. S., & Situmorang, N. (2024). Analisis penerapan prinsip-prinsip bioetika dalam produksi benih hortikultura di UPT. Pengembangan Benih Hortikultura Medan. *JURNAL AGRI-TEK*, 25(1), 30-36.
- [12] Nugroho, G. D. R., Lestari, T. R., & Rohim, A. (2024). Multiplikasi planlet kentang Granola L. (*Solanum tuberosum* L.) pada media MS0 dan media MS + paclobutrazol di Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang. *Jurnal Biosains Medika*, 2(1), 22-31.
- [13] Numba, S., Abdullah, & Ridwan, R. (2024). Daya multiplikasi eksplan kentang AR 8 pada berbagai konsentrasi benzil amino purin (BAP) dan ekstrak bawang merah dalam media dasar *Murashige dan Skoog* (MS) secara in vitro. *Jurnal Agrotek*, 8(2), 222-233.
- [14] Pratama, H. A., Iswanto, A., & Fitriani, N. (2020). Peran Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Kentang Granola melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 13(2), 101-109.
- [15] Putri, A. B. S., Hajrah, H., Armita, D., & Tambunan, I. R. (2021). Teknik kultur jaringan untuk perbanyakan dan konservasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara in vitro. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2), 69-76.
- [16] Putri, A. B. S., Hajrah, H., Armita, D., & Tambunan, I. R. (2021). Teknik kultur jaringan untuk perbanyakan dan konservasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara in vitro. *Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2), 69-76.

- [17]Raharjo, S., & Rahayu, R. (2022). Dampak Penggunaan ZPT Sintetis terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang dalam Kultur Jaringan. *Jurnal Tanaman dan Teknologi*, 15(3), 218-225.
- [18]Santosa, H., Kusumawati, D., & Arifin, M. (2022). Pengelolaan Limbah ZPT Sintetis dalam Kultur Jaringan: Tantangan dan Solusi. *Jurnal Lingkungan dan Teknologi*, 16(1), 65-74.
- [19]Sari, D. R., Surya, D., & Mulyani, R. (2021). Efektivitas Zat Pengatur Tumbuh Sintetis pada Perkembangan Kentang Granola dalam Kultur Jaringan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(1), 40-49.
- [20]Sugianto, S. (2017). Kajian bioetika tanaman transgenik. *Jurnal Mangifera Edu*, 1(2), 25-34.
- [21]Susanto, A., & Wiryawan, H. (2021). Prosedur Pengolahan Limbah ZPT Sintetis pada Kultur Jaringan untuk Menjaga Keberlanjutan Lingkungan. *Jurnal Bioteknologi Lingkungan*, 10(3), 200-210.
- [22]Tomatala, H. S., Raharjo, S. H. T., & Hehanussa, M. L. (2023). Pengaruh air kelapa dan benzil adenin dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kultur jaringan kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas Granola. *Agrologia*, 12(1), 109-120.
- [23]Wardana, R., Maudiah, A. U., Jumiatur, Widodo, T. W., & Firgiyanto, R. (2024). Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA dan BAP pada multipikasi tunas kentang merah (*Solanum tuberosum* L.) secara in vitro. *Vegetalika*, 13(4), 383-390.
- [24]Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., & Sayekti, R. S. (2022). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 4(2), 16.
- [25]Yunita, N., & Prasetya, W. (2020). Dampak Limbah ZPT Sintetis terhadap Ekosistem dan Solusinya. *Jurnal Ekologi dan Lingkungan*, 18(2), 130-142.
- [26]Yusdian, Y., Minangsih, D. M., & Febrianty, S. (2024). KARAKTERISTIK PERTUMBUHAN SUBKULTUR KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) VARIETAS GRANOLA DENGAN METODE KULTUR JARINGAN AKIBAT PERLAKUAN ZAT PENGATUR TUMBUH BAP (Benzyl Amino Purine). *AGRO TATANEN|: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 6(1), 13-20.